

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga mekanik, tenaga angin, atau ditarik, termasuk kendaraan yang berdaya apung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah. Di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat saat ini, eksplorasi laut menjadi semakin penting untuk memahami potensi sumber daya yang ada di perairan dunia. Lautan menutupi lebih dari 70% permukaan Bumi dan menyimpan berbagai sumber daya alam yang melimpah, mulai dari ikan, mineral, hingga energi terbarukan. Namun, meskipun luasnya wilayah laut, hanya sekitar 20% dari dasar laut yang telah dieksplorasi dan dipetakan dengan baik. Hal ini menyebabkan banyak potensi sumber daya yang tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Untuk itu, penggunaan kapal penelitian perikanan yang dilengkapi dengan teknologi modern menjadi sangat krusial dalam upaya eksplorasi dan pemetaan wilayah laut yang masih misterius. Kapal penelitian perikanan merupakan alat utama dalam kegiatan eksplorasi laut. Kapal ini dirancang khusus untuk melakukan penelitian ilmiah di perairan, dilengkapi dengan berbagai peralatan canggih untuk mengumpulkan data dan informasi tentang kondisi lingkungan, ekosistem, serta potensi sumber daya alam di bawah permukaan laut. Salah satu inovasi teknologi yang sering digunakan pada kapal penelitian adalah gondola.

Gondola ini adalah struktur tambahan yang dipasang di bagian bawah lambung kapal untuk menampung perangkat sonar dan alat pengukuran lainnya. Posisi ini memungkinkan sonar untuk menjangkau kedalaman yang lebih besar dan memberikan data yang lebih akurat mengenai topografi dasar laut serta keberadaan objek-objek di bawah permukaan air. Dengan menggunakan gondola, penelitian dapat lebih memaksimalkan efektivitas pengukuran sonar dengan meminimalkan gangguan dari gelombang dan arus laut.

Namun, kapal penelitian perikanan dengan penambahan struktur dibawah lambung kapal tidak lepas dari tantangan yang dihadapi, terutama terkait dengan tahanan kapal. Tahanan kapal adalah ilmu yang mempelajari reaksi fluida akibat gerakan kapal yang melalui fluida tersebut. Dalam istilah hidrodinamika suatu kapal, tahanan/*resistance/drag* adalah besarnya gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan komponen gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kecepatan kapal. Tahanan dalam dunia perkapalan merupakan suatu hal yang teramat penting untuk dikalkulasi secara tepat dan akurat berkaitan dengan penentuan daya mesin yang bekerja di atas kapal.

Tahanan kapal dapat mempengaruhi kualitas data yang didapat saat mengoperasikan sonar gondola adalah Tahanan. Tahanan yang tinggi dapat mengurangi akurasi data yang pada gilirannya mempengaruhi kecepatan dan stabilitas saat melakukan pengukuran. Ketika kapal bergerak dengan tahanan yang lebih rendah, data yang dipancarkan oleh sonar akan lebih stabil dan konsisten, sehingga data yang lebih akurat. Penelitian oleh Deddy Chrismianto dkk. (2022)



Kajian tersebut berkesimpulan bahwa dengan bertambahnya Panjang gondola berbanding lurus dengan tahanan yang dimiliki oleh gondola.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terhadap kapal penelitian perikanan yang ada pada perusahaan Vallianz PT. United Sindo Perkasa. Dimana kapal penelitian perikanan tersebut menggunakan gondola yang dipasang di bawah lambung bagian haluan kapal. dengan membandingkan besarnya nilai tahanan kapal penelitian perikanan jika menggunakan gondola dan tanpa gondola. Sehingga peneliti mengangkat judul **“Prediksi tahanan tambahan kapal penelitian perikanan dengan penambahan gondola menggunakan Ansys Fluent”**

### 1.1.1. Kapal Penelitian Ikan

Menurut pernyataan pihak Nomura & Yamazaki (1977), secara garis besar mengelompokkan kapal ikan ke dalam empat jenis yaitu:

1. Kapal penangkap ikan yang khusus digunakan dalam operasi penangkapan ikan atau mengumpulkan sumberdaya hayati perairan, antara lain kapal pukat udang, perahu pukat cincin, perahu jaring insang, perahu payang, perahu pancing tonda, kapal rawai, kapal huhate, dan sampan yang dipakai dalam mengumpul rumput laut, memancing dan lain lain.
2. Kapal induk adalah kapal yang dipakai sebagai tempat mengumpulkan ikan hasil tangkapan kapal penangkap ikan dan mengolahnya. Kapal induk juga berfungsi sebagai kapal pengangkut ikan. Hal ini berkaitan dengan pertimbangan efisiensi dan permodalan.
3. Kapal pengangkut ikan adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut hasil perikanan dari kapal induk atau kapal penangkap ikan dari daerah penangkapan ke pelabuhan yang dikategorikan kapal pengangkut.
4. Kapal penelitian, pendidikan dan latihan adalah kapal ikan yang digunakan untuk keperluan penelitian, pendidikan dan latihan penangkapan. Kapal penelitian ikan Carral L, dkk (2018) mengatakakan, Kapal penelitian secara umum dapat dibagi menjadi tiga kelompok utama:
  1. kapal penelitian oseanografi fisik atau kimia,
  2. penelitian perikanan (FRV) untuk oseanografi biologi, dan
  3. kapal untuk oseanografi geologi.

Secara keseluruhan, kapal-kapal ini memiliki kapasitas penelitian oseanografi umum kapasitas penelitian dan kemudian hanya melakukan pekerjaan khusus dalam bidang tertentu untuk jangka waktu tertentu, sesuai dengan kebutuhan negara dan/atau



empekerjakan mereka. Selain itu, biaya pembangunan dan tinggi. Untuk alasan ini, optimalisasi dan Tujuan optimasi dan tungkan ketika kapal-kapal ini dirancang dan dioperasikan. Hasil uah kapal serbaguna yang dirancang dengan fitur yang sangat



**Gambar 1.** Kapal H80071

Sumber: dokumentasi peneliti

Menurut Carral L, Dkk (2018)\_Kapal penelitian perikanan telah mengalami evolusi yang signifikan, dari sekadar alat menjadi laboratorium terapung yang canggih. Menjadi kapal yang memainkan peran sentral dalam penelitian oseanografi, mendukung berbagai kegiatan penelitian mulai dari pengumpulan data hingga analisis awal. Meskipun demikian, peran utama kapal penelitian perikanan tetap sebagai pengumpul data yang akan dianalisis lebih lanjut di darat. Dan juga kapal riset modern dapat dianggap sebagai "teknisi yang tidak terlihat" yang bertugas mengumpulkan data untuk penelitian lebih lanjut. Hal ini menunjukkan bahwa kapal riset merupakan komponen penting dalam ekosistem penelitian oseanografi, meskipun memiliki keterbatasan dalam hal analisis data yang kompleks. dan juga menurut pihak Nomura & Yamazaki (1977), juga mengemukakan bahwa kapal ikan berbeda dengan jenis kapal lainnya, sehingga memiliki beberapa keistimewaan yakni:

1. Kecepatan kapal; membutuhkan kecepatan yang tinggi untuk mengamati dan mengejar kelompok ikan serta membawa hasil tangkapan yang segar dalam waktu yang relative singkat.
2. Kemampuan olah gerak kapal; membutuhkan olah gerak khusus yang baik pada saat pengoperasian, seperti kemampuan kemudi (*steerability*) yang baik, radius putaran (*turning cycle*) yang kecil dan daya dorong mesin (*propulsion engine*) yang dapat dengan mudah bergerak maju dan mundur.
3. Kelaiklautan; laiklaut digunakan dalam operasi penangkapan ikan dan cukup tahan untuk melawan kekuatan angin, gelombang, stabilitas yang tinggi dan daya apung yang cukup diperlukan untuk menjamin keamanan dalam pelayaran.
4. Lingkup area pelayaran; lingkup pelayaran harus luas karena pelayarannya ditentukan oleh pergerakan kelompok ikan, daerah musim ikan dan imigrasi ikan.
5. Konstruksi badan kapal yang kuat; konstruksi harus kuat karena dalam operasi penangkapan ikan akan menghadapi keadaan yang berubah-ubah. Disamping itu



un harus dapat menahan beban getaran mesin yang ditimbulkan. in; kapal ikan membutuhkan daya dorong mesin yang cukup besar ingkin volume mesin yang kecil dan getaran yang kecil pula. anan dan pengolahan ikan; umumnya kapal ikan dilengkapi dengan nan hasil tangkapan dalam ruang tertentu (palka) berpendingin 3 apal-kapal yang memiliki trip cukup lama, terkadang bahkan ada engan ruang pembekuan dan pengolahan.

8. Mesin-mesin bantu perlengkapan; umumnya kapal ikan dilengkapi dengan mesin-mesin bantu ini seperti *winch*, *power block*, *line hauler*, dan sebagainya. Desain kapal ikan untuk ukuran tertentu harus dapat menyediakan tempat yang sesuai untuk hal ini.

Kapal ikan sebagai suatu bangunan yang dimanfaatkan dalam hubungannya dengan aktivitas penangkapan ikan di laut (perikanan) dan memiliki desain konstruksi yang berbeda dengan kapal lainnya (kapasitas muat, ukuran, model dek, akomodasi, mesin dan komponen lain) disesuaikan dengan fungsi pengoperasian (Fyson, 1985)

### 1.1.2. Desain Kapal Penelitian Perikanan

Menurut Ayodhyoa (1972) salah satu hal penting dalam desain sebuah kapal adalah perbandingan dimensi kapal (L/B, L/D, B/D). jika nilai L/B menurun maka akan berpengaruh negative (-) terhadap kecepatan kapal, dan jika nilai L/D membesar akan berpengaruh negative (-) terhadap kekuatan memanjang kapal. Lain halnya dengan nilai B/D, jika nilainya membesar maka akan berpengaruh positif (+) terhadap stabilitas kapal tetapi berpengaruh negative terhadap *propulsive ability* kapal. (Sulkhani, 2010).

Menurut Fyson (1985) nilai dari dimensi utama menentukan kemampuan dari suatu kapal. Ukuran dari dimensi utama antara lain adalah:

1. LOA (*Length Over All*), yaitu panjang seluruh kapal diukur dari bagian paling ujung Haluan hingga bagian paling ujung buritan kapal;
2. LPP (*Length Perpendicular*), yaitu panjang kapal antar Ap dan FP. AP (*After Perpendicular*) merupakan garis khayal yang tegak lurus pada perpotongan antar Lwl pada bagian buritan kapal, sedangkan FP (*Fore Perpendicular*) merupakan garis khayal yang tegak lurus pada perpotongan antar Lwl dan badan kapal bagian haluan kapal. Lwl (*Load water line*), yaitu garis air pada kondisi kapal penuh;
3. LWL (*Length of water Line*), yaitu panjang garis yang diukur antara titik perpotongan Lwl pada badan kapal bagian buritan hingga badan kapal bagian Haluan;
4. B (*Breadth*), yaitu lebar kapal terlebar yang diukur dari satu sisi ke sisi lainnya;
5. D (*Depth*), yaitu bagian dalam/tinggi kapal yang diukur dari dek terendah hingga bagian badan kapal terbawah.

Menurut Fyson (1985) bahwa desain dapat digambarkan sebagai proses merumuskan perincian dan menghasilkan gambar dari sebuah proyek untuk tujuan pembuatan dan pengoperasiannya. Menurut Fyson (1985) prosedur atau tahapan desain dari sebuah kapal ikan adalah berikut:



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

g rancangan kapal;  
data dari kapal yang relative sama;  
/B, L/D, B/D, Cb;  
in displacement ( $\Delta$ ), volume displacement ( $\bar{N}$ ), L, B, D, d;  
kapal pada kondisi kosong;  
t untuk kondisi penuh;  
an umum;

8. Pemilihan nilai coefficient of fineness selain  $C_b$ ;
9. Gambar raencana garis;
10. Perhitungan tahanan penggerak dan kekuatan mesin;
11. Perhitungan dan pemilihan mesin-mesin tambahan yang diperlukan;
12. Persiapan akhir gambar rancangan umum dan rencana garis dan
13. Persiapan spesifikasi

Pembangunan kapal seharusnya mempunyai perencanaan. Perencanaan pembangunan kapal memerlukan data-data antara lain jenis kapal, daerah pelayaran, muatan bersih yang dapat dimuat, kecepatan dan data yang lain yang diperlukan seperti panjang, lebar, dalam dan beberapa koefisien bagian kapal di bawah air (Djarmiko dkk, 1986 diacu dalam Liberty, 1997). Namun menurut Pasaribu (1985) Pembangunan kapal terutama kapal tradisional tidak dilengkapi terlebih dahulu dengan gambar teknis tersebut. Hal ini disebabkan pembangunan kapal masih sederhana serta dapat dikatakan ilmu warisan secara turun temurun. (Sulkhani, 2010).

### 1. Gondola

Gondola dan blister adalah 2 alat yang memiliki kesamaan fungsi yaitu menyimpan alat yang berguna untuk melakukan pengecekan pada laut. Menurut Nieuwejaar dan Mazauric (2019) Gondola adalah struktur yang digantung atau dipasang pada lambung kapal yang berfungsi sebagai wadah untuk menampung atau melindungi *array antena hidroakustik* untuk memastikan kinerjanya maksimal pada berbagai kondisi laut. struktur ini biasanya dilengkapi dengan penegar untuk menyangganya saat kapal bergerak.

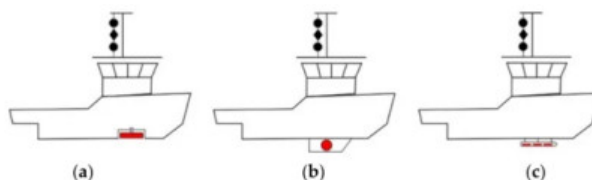


**Gambar 2** Gondola H80071  
Sumber: Dokumentasi Peneliti

Menurut Nieuwejaar dan Mazauric (2019) Blister adalah tonjolan pada lambung kapal yang dirancang untuk menampung peralatan sonar yang berfungsi sebagai alat deteksi objek bawah air. Dengan menempatkan sonar didalam blister, sonar akan bekerja lebih baik dan tidak terpengaruh oleh konstruksi lambung kapal. (Mazauric, 2019) menyebutkan bahwa gondola atau blister yang dipasang pada lambung kapal berfungsi sebagai tempat meletakkan *transduser echo-sounder*. Blister terintegrasi dengan sensor gerak Seatex MRU5 untuk melakukan



kompensasi gelombang serta sensor kecepatan suara Valeport guna memberikan input data yang akurat.



**Gambar 3** Pemasangan sensor pada lambung kapal. (a) Flush-mount; (b) blister; (c) gondola.

Sumber : mdpi.com

Menurut Grządziel A (2021) Jika bentuk bagian bawah lambung kapal membuat pemasangan flush-mount tidak memungkinkan, sonar ditempatkan pada struktur khusus yang disebut blister dan gondola. Solusi-solusi seperti ini memungkinkan untuk mengurangi dampak gangguan dan kebisingan dari aliran air yang mengalir. Namun, pemasangan blister atau gondola dapat meningkatkan draft kapal, bahkan terkadang ratusan milimeter. dengan pernyataan tersebut menjelaskan bahwa gondola hanyalah salah satu pilihan untuk kapal penelitian perikanan dalam membuat sonar yang digunakan aman. Karena gondola hanyalah salah satu pilihan dari beberapa pilihan pemasangan sonar bawah lambung kapal.

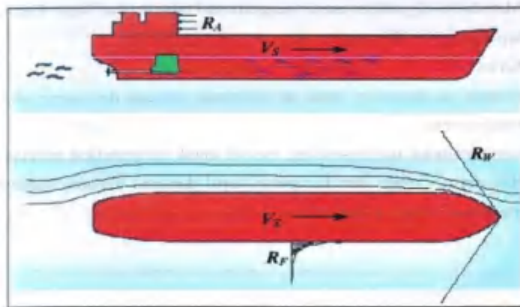
## 2. Tahanan Kapal

Tahanan (*Resistance*) kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Tahanan tersebut sama dengan gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal (Harvald, 1992). Sedangkan suatu tahanan kapal ini adalah sama dengan suatu gaya karena dihasilkan oleh air, maka ini disebut gaya hidrodinamika. Gaya hidrodinamika sematamata disebabkan oleh pergerakan relatif kapal terhadap air. Tahanan kapal ini perlu diketahui karena merupakan faktor penting yang berpengaruh dalam merencanakan bentuk lambung kapal, selain itu juga tujuannya untuk menghitung daya mesin induk kapal, yang berhubungan dengan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan sehingga dapat dihitung/diestimasi biaya operasional kapal.

Pada dunia perkapalan hambatan dikenal dengan istilah tahanan kapal. Tahanan kapal sendiri merupakan estimasi kebutuhan daya yang efektif agar kapal bisa bergerak sesuai dengan kecepatan yang direncanakan. Kapal yang bergerak maju dengan kecepatan tertentu akan mengalami gaya hambat oleh fluida yang memiliki arah berlawanan dengan gerak kapal. Gaya hambat tersebut disebabkan oleh gaya fluida, yang dalam hal ini cenderung mengarah pada fluida air yang dinilai cukup besar hambatannya terhadap gerak kapal.



Gaya hambat yang disebabkan oleh fluida ini yang disebut sebagai *resistance* atau tahanan kapal (Maulana, 2011).



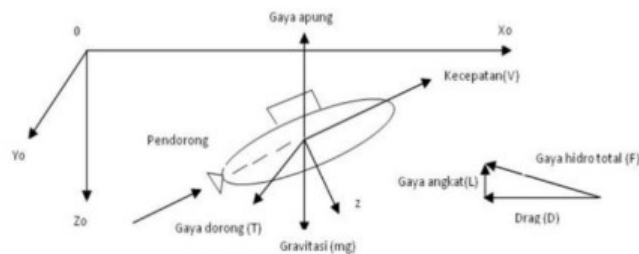
**Gambar 4** Kapal yang sedang melawan arus.

Sumber : researchgate.net

Suatu tahanan kapal ini adalah sama dengan suatu gaya dan karena dihasilkan oleh air, maka ini disebut gaya hidrodinamika. Gaya hidrodinamika ini semata-mata disebabkan oleh gerakan relatif kapal terhadap air. 5 Gerakan kapal di fluida bekerja seperti sistem sumbu orthogonal yaitu 3 (tiga) buah sumbu x, y, dan z, ditempatkan sedemikian rupa, pusat sumbu berimpit dengan titik berat kapal. Bidang x, dan y satu bidang yang sejajar dengan permukaan bumi.

Gerakan kapal dibebani 4 (empat) gaya yang tidak tergantung satu sama lainnya

1. Gaya hidrostatis yaitu massa kali percepatan gravitasi bumi ( $mg$ ).
2. Hambatan hidrostatis (gaya apung)  $F\Delta$  atau  $\gamma v$ . Seperti halnya  $mg$ , tekanan atau gaya ini selalu sejajar dengan  $Z_0$ .
3. Resultante gaya hidrodinamik ( $F$ ) yang didesakkan oleh air pada kapal sebagai akibat gerakan menerjang air tersebut. Gaya  $F$  dapat diuraikan dalam 2 (dua) komponen gaya angkat ( $L$ ) dan komponen tahanan (atau drag)  $R$  (atau  $D$ ). Dimana  $L$  tegak lurus terhadap kecepatan kapal dan  $R$  (atau  $D$ ) sejajar  $V$ .
4. Gaya dorong ( $T$ ), yang di desakkan oleh air pada pendorong kapal, umumnya berlawanan arah dengan  $R$ .



g bekerja pada kapal.  
t Teknologi Perkapalan

liatas timbul akibat adanya;  
( $V$ ), relatif terhadap air dan udara atau yang dilintasi oleh kapal

2. Gaya gravitasi bumi yang bekerja baik pada kapal maupun pada air yang dibebani oleh kapal itu.
3. Aksi yang dilakukan pendorong kapal (*Propeller*).

Pada dasarnya tahanan kapal dibagi menjadi dua yaitu tahanan yang berada di atas permukaan air dan tahanan yang berasal dari bawah permukaan air. Tahanan yang di atas permukaan air adalah yang bekerja pada bagian badan kapal yang kelihatan di atas permukaan air, disini pengaruh adanya udara yang mengakibatkan timbulnya hambatan. Komponen tahanan yang bekerja pada kapal dalam gerakan mengapung di air adalah:

1. Tahanan gesek (*Friction resistance*) Tahanan gesek timbul akibat kapal bergerak melalui fluida yang memiliki viskositas seperti air laut, fluida yang berhubungan langsung dengan permukaan badan kapal yang tercelup sewaktu bergerak akan menimbulkan gesekan sepanjang permukaan tersebut, inilah yang disebut sebagai tahanan gesek. Tahanan gesek terjadi akibat adanya gesekan permukaan badan kapal dengan media yang di lalunya. Oleh semua fluida mempunyai *viskositas*, dan *viskositas* inilah yang menimbulkan gesekan tersebut. Penting tidaknya gesekan ini dalam suatu situasi fisik tergantung pada jenis fluida dan konfigurasi fisik atau pola alirannya (*flow pattern*). *Viskositas* adalah ukuran tahanan fluida terhadap gesekan bila fluida tersebut bergerak. Jadi tahanan *Viskos* (RV) adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh viskos. Tahanan gesek ini dipengaruhi oleh beberapa hal, sebagai berikut .
  - a. Angka Renold (Renold's number, R )  $Rn = V \cdot Lwl \cdot v$  (1)
 
$$Rn = \frac{V \cdot Lwl}{v} \quad (1)$$
  - b. Koefisien gesek (friction coefficient, Cf)
 
$$Cf = \frac{0,075}{(\log Rn - 2)^2} \quad (2)$$
  - c. Rasio kecepatan dan panjang kapal (Speed length ratio, Slr)
 
$$Slr = \frac{Vs}{\sqrt{LWL}} \quad (3)$$

Menurut ITTC (*International Towing Tank Conference*) hambatan kapal dibagi menjadi beberapa komponen seperti hambatan gesek (RF). hambatan sisa (RR). hambatan *viskos* (RV). hambatan tekanan (RP). hambatan tekanan *viskos* (RPV) hambatan gelombang (RW). hambatan pemecah gelombang (RWB). hambatan semprotan (RS). hambatan tonjolan (*appendage resistance*). hambatan kekasaran 8 permukaan (*surface* :). dan Hambatan Udara (*Air Resistance*). Rosmani dan Syamsul



a (*Residual Resistance*) Tahanan sisa didefinisikan sebagai g merupakan hasil pengurangan dari hambatan total badan kapal tahanan gesek dari permukaan kapal. Hambatan sisa terdiri dari;

- a. Tahanan gelombang (*Wave Resistance*) Tahanan gelombang adalah hambatan yang diakibatkan oleh adanya gerakan kapal pada air sehingga dapat menimbulkan gelombang baik pada saat air tersebut dalam keadaan tenang maupun pada saat air tersebut sedang bergelombang.
- b. Tahanan udara (*Air Resistance*) Tahanan udara diartikan sebagai Tahanan yang di alami oleh bagian badan kapal utama yang berada diatas air dan bangunan atas (*Superstructure*) karena gerakan kapal di udara. Tahanan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bangunan atas tersebut. Jika angin bertiup maka tahanan tersebut juga akan tergantung pada kecepatan angin dan arah relatif angin terhadap kapal.
- c. Tahanan bentuk (*Form Resistance*) Tahanan ini erat kaitannya dengan bentuk badan kapal. dimana bentuk lambung kapal yang tercelup di bawah air menimbulkan suatu tahanan karena adanya pengaruh dari bentuk kapal tersebut.
- d. Tahanan tambahan (*Added Resistance*) Tahanan ini mencakup tahanan untuk korelasi model kapal. Hal ini akibat adanya pengaruh kekasaran permukaan kapal. mengingat bahwa permukaan kapal tidak akan pernah semulus permukaan model. Tahanan tambahan juga termasuk tahanan udara. anggota badan kapal dan kemudi.

Komponen tahanan tambahan terdiri dari :

- a. Tahanan anggota badan (*Appendages Resistance*) Yaitu tahanan dari bos poros. penyangga poros. lunas bilga. daun kemudi dan sebagainya.
- b. Tahanan kekasaran Yaitu terjadi akibat kekasaran dari korosi air. pengotoran pada badan kapal. dan tumbuhan laut.
- c. Hambatan kemudi (*Steering Resistance*). Yaitu akibat pemakaian kemudi mengakibatkan timbulnya hambatan kemudi. (Aswini. 2014).

Tahanan Total (*Total Resistance*) Tahanan total kapal terdiri dari beberapa komponen tahanan. Menurut Gulddhammer dan Harvald (harvald, 1983), komponen tahanan dapat dihitung menggunakan perhitungan di bawah ini :

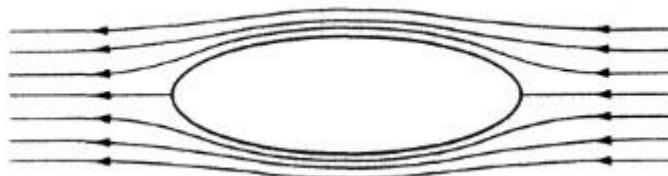
$$RT = \frac{1}{2} \times \rho \times C_T \times S \times V^2 \quad (4)$$

William Froude (1867) pertama kali memperkenalkan total hambatan kapal yang terdiri atas dua komponen yaitu tahanan sisa (*residual*) dan tahanan gesek (*friction*). 9 Tahanan sisa dalam hal ini meliputi komponen wave-making system *energies*, *eddy* dan *viscous energy loses* akibat bentuk lambung kapal. Sedangkan tahanan gesek kapal diasumsikan sama dengan tahanan gesek suatu pelat dasar 2 – dimensi yang permukaan bidang basah yang sama serta bergerak di air pada kecepatan kapal.



g mengalir atau berubah bentuk dan memiliki kecenderungan untuk mengalir melalui suatu titik atau jalur, terdapat berbagai parameter aliran fluida berubah dalam pola yang berbeda. Hidrodinamika klasik

mengarahkan pada bagaimana bentuk pola aliran fluida yang melintasi suatu body seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut



**Gambar 6** Contoh Aliran streamline yang melintasi suatu body  
Sumber: [aeroengineering.co.id](http://aeroengineering.co.id)

Teori hidrodinamika sederhana senantiasa bekerja dengan fluida tanpa viskositasnya. Di Dalam suatu sistem *fluida non-viscous*. Suatu body yang ditenggelamkan dan digerakkan pada sistem *fluida non-viscous* tersebut, maka body tersebut tidak mengalami adanya tahanan (*resistance*) meskipun *fluida* tersebut dilalui oleh gerakan body, maka kondisi fluida tersebut kembali ke bentuk awalnya setelah dilintasi body tersebut, ada sejumlah gaya – gaya lokal yang bekerja pada body tersebut, akan tetapi gaya – gaya tersebut saling meniadakan ketika diintegrasikan pada seluruh body. Gaya– gaya lokal tersebut terjadi sebagai akibat terjadinya perubahan tekanan, yang diakibatkan oleh adanya perubahan kecepatan di dalam aliran *fluida* (Adji, 2009).

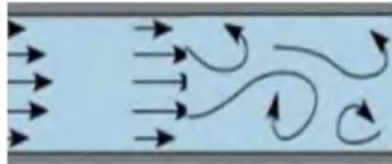
Fenomena aliran yang terkait dengan bentuk lambung kapal adalah aliran *laminer*, *transisi* dan *turbulen*. Hal yang paling berpengaruh terhadap bagaimana aliran yang terjadi pada lambung kapal adalah bentuk dari lambung kapal itu sendiri. Untuk menguji apakah suatu aliran *laminer* atau *turbulen*, biasanya digunakan formulasi yang dikenal dengan *reynold number*. *Reynold number* dirumuskan sebagai sebuah rasio dari hasil perkalian antara kecepatan dan panjang benda (kapal) dibagi dengan *viskositas fluida* yang dilaluinya. Pada nilai *Reynold number* yang tinggi, lapisan fluida yang bergeser pada lapisan batas *laminer* bergulung-gulung dan berputar dalam gumpalan-gumpalan. Pada kondisi ini *noise* dan *skin friction* menjadi semakin besar. Daerah pada lapisan ini dikenal dengan lapisan batas *turbulen*. Sedangkan area perubahan dari *laminer* ke *turbulen* disebut daerah *transisi*. Sehingga dapat dijabarkan bahwa :

Aliran *Laminer* ( $Re < 2300$ ) Aliran *laminar* adalah aliran *fluida* yang ditunjukkan dengan gerak partikel-partikel fluidanya sejajar dengan garis-garis arusnya. Dalam aliran *laminer*, partikel partikel *fluida* seolah-olah bergerak sepanjang lintasan-lintasan yang halus dan lancar, dengan satu lapisan meluncur satu arah pada lapisan yang bersebelahan. Sifat kekentalan zat cair berperan penting dalam pembentukan aliran *laminer*. Aliran *laminer* bersifat *steady* maksudnya alirannya tetap. Hal ini menunjukkan bahwa di seluruh aliran air, debit alirannya tetap atau kecepatan alirannya tidak berubah menurut waktu



### 3. Aliran *Transisi* ( $2300 < Re < 4000$ )

Aliran transisi adalah dimana kondisi partikel *fluida* berada pada peralihan dari kondisi seragam menuju kondisi acak, pada kondisi nyatanya kondisi seperti ini sangat sulit



**Gambar 8** Aliran *Transisi*

Sumber: Senoaji, (2015)

### 4. Aliran *Turbulen* ( $Re > 4000$ )

Kecepatan aliran yang relatif besar akan menghasilkan aliran yang tidak laminar melainkan kompleks, lintasan gerak partikel saling tidak teratur antara satu dengan yang lain. Sehingga didapatkan ciri dari aliran turbulen yaitu tidak adanya keteraturan dalam lintasan fluidanya, aliran banyak bercampur, kecepatan *fluida* tinggi, panjang skala aliran besardan viskositasnya rendah (Senoaji,2015).



**Gambar 9** Aliran *Transisi*

Sumber: Seonarji (2015)

#### 1.1.3. ANSYS

*Workbench* berisi beberapa fasilitas, diantaranya (Ansys, 2009): *Ansys* merupakan *software* berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah – masalah rekayasa (*engineering*). Penggunaan *Ansys* mencakup simulasi struktur, panas, dinamika *fluida*, *akustik*, dan *elektromagnetik*. *Ansys* merupakan *Computer Aided Engineering* (CAE) yang dikembangkan oleh *Ansys, Inc.* Perusahaan tersebut telah mengembangkan banyak produk CAE. *Ansys Workbench*:

1. *Mechanical*, untuk analisa struktur (*statik*) dan *thermal* (perpindahan panas).
2. *Fluid Flow*, yang terdiri dari *Ansys CFX* dan *Fluent*, untuk analisa CFD (*Computational Fluid Dynamics*).
3. *Engineering Data*, sebagai database material lengkap dengan *properties*-nya, seperti:



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

1 *konstanta elastisitas* yang dimiliki oleh setiap material. Sebuah kan gaya satu arah, ditarik maupun ditekan, akan mengalami Selain perubahan bentuk kearah gaya yang diberikan, ada juga

perubahan bentuk ke arah yang tegak lurus dengan arah gaya. *Poisson Ratio* adalah perbandingan dari perubahan arah *aksial* dengan perubahan arah *transversal* tersebut. Ketika sebuah gaya satu arah diberikan kepada material tersebut sehingga menghasilkan regangan dan membuat material tersebut berdeformasi.

*Poisson Ratio* dapat menggambarkan karakter dan sifat masing-masing material. Mayoritas material memiliki rentang *poisson ratio* antara - 1.0 22 sampai dengan 0,5. Material yang *stabil, isotropis, dan elastis* bisa memiliki *poisson ratio* yang berkisar antara 0,0 sampai 0,5. Hal ini dikarenakan *modulus young, modulus puntir dan modulus deformasi* harus bernilai positif. Karet memiliki *poisson ratio* mendekati 0,5. *Polimer busa* memiliki *poisson ratio* negatif, jika material tersebut ditarik, ketebalannya justru akan bertambah. Misalnya pada sebuah baja dengan *poisson rasion* 0,3. Hal tersebut berarti bahwa jika ada satu inci per inci deformasi ke arah tegangan yang diberikan, maka akan terdapat 0,3 inci per inci deformasi yang tegak lurus terhadap arah gaya yang diberikan.

## B. Massa Jenis

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda ialah total massa dibagi dengan total volumenya. Kerapatan suatu zat disebut massa jenis, yang dilambangkan dengan  $\rho$  (rho), yakni hasil bagi massa zat oleh volumenya. Hal ini sesuai dengan sifat utama dari suatu zat, yakni massa dan volume. Secara matematis, massa jenis suatu zat bisa ditentukan melalui Persamaan 10 berikut ini:

$$\rho = m/V \quad (5)$$

dengan:  $\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $m$  = massa zat (kg)  
 $V$  = volume zat ( $\text{m}^3$ )

## C. Modulus Young

*Modulus Elastisitas* adalah perbandingan antara tegangan dan regangan dari suatu benda. *Modulus elastisitas* dilambangkan dengan  $E$  dan satuannya  $\text{N/m}^2$ . *Modulus elastisitas* disebut juga *Modulus Young*. *Modulus Elastisitas* juga didefinisikan sebagai berikut: "Selama gaya  $F$  yang bekerja pada benda elastis tidak melampaui batas elastisitasnya sehingga perbandingan antara tegangan ( $\sigma$ ) dengan regangan ( $\epsilon$ ) adalah konstan."

Bilangan (*konstantan*) tersebut dinamakan *modulus elastis* atau *Modulus Young* ( $E$ ). atau *Modulus Young* merupakan perbandingan antara tegangan yang dialami oleh suatu benda. Secara matematis ditulis seperti



$$E = \sigma / e \quad (6)$$

dengan:

E = Modulus Young (N/m<sup>2</sup> atau Pa)

$\sigma$  = tegangan (Pa)

e = regangan

Nilai *modulus elastisitas* hanya bergantung pada jenis bahan suatu benda, tidak bergantung pada ukuran ataupun bentuk benda.

1. *Design Modeler*, digunakan untuk membangun geometri model yang akan dianalisa dan juga dapat digunakan untuk memodifikasi hasil gambar dari perangkat lunak CAD.
2. *Meshing Application*, fasilitas untuk “*meshing*” baik pada CFD maupun *Explicit Dynamics*.
3. *Explicit Dynamic*, digunakan untuk menampilkan visualisasi fisik dalam kurun waktu tertentu terhadap pemodelan atau produk yang dibuat (Ansys, 2009).

## 1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perubahan besar tahanan kapal penelitian perikanan dengan menggunakan gondola dan tanpa gondola.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian dapat memberikan informasi terkait nilai tahanan kapal penelitian perikanan dengan tambahan gondola.
2. Sebagai pertimbangan dalam pemasangan gondola pada kapal penelitian perikanan



## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrodinamika Jurusan Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Pelaksanaan penelitian terhitung mulai dari bulan Juli 2024 sampai selesai.

### 2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini berbasis simulasi numerik menggunakan *software maxsurf*, dilakukan untuk mendapatkan nilai tahanan pada kapal penelitian perikanan dengan membandingkan kapal yang menggunakan gondola dan tanpa gondola

### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Jenis data penelitian pada penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah informasi yang diperoleh dari sumber yang sudah ada, data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis dari sumber data yang erat kaitannya dengan penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini adalah:

- A. Kajian Pustaka, merupakan metode pengambilan data dengan cara mempelajari literatur yang relevan dengan studi yang dilakukan.
- B. Ukuran Utama Kapal
- C. Rencana Garis Air (*Lines Plan*) Kapal Penelitian Perikanan

### 2.4 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan bantuan *software Maxsurf Modeller* untuk melakukan pemodelan kapal serta *software Maxsurf Resistance* untuk melakukan proses analisa tahanan kapal dengan gondola dan tanpa gondola. Data yang didapatkan berupa data ukuran utama kapal, dari data tersebut kapal dapat dimodelkan menggunakan *Maxsurf Modeller*. Setelah pengumpulan data selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan analisa data. Kegiatan mengolah data ini terdiri dari beberapa tahapan, secara garis besar sebagai berikut :

#### 2.4.1 Data Kapal

Kapal yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kapal penelitian perikanan. kapal akan dimodelkan dengan menggunakan *software Maxsurf* a Kapal yaitu pada Tabel 1 dan Gambar 10 sebagai berikut :



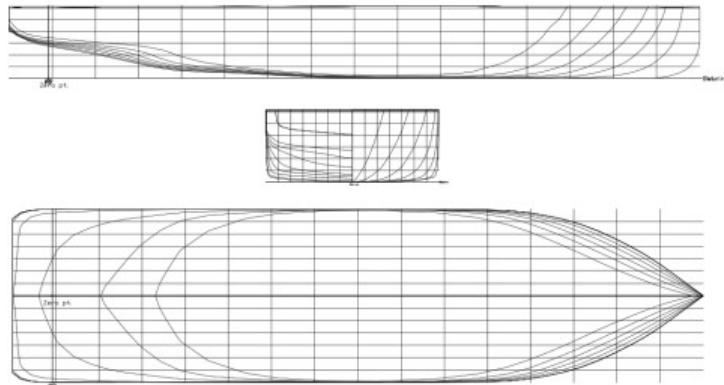
A. Ukuran Utama Kapal

**Tabel 1** Ukuran Utama Kapal penelitian perikanan dengan penambahan gondola dan tanpa gondola

Keterangan	Ukuran	Satuan
<i>Length Over All (LOA)</i>	60.379	m
<i>Length Water Line (LWL)</i>	59.103	m
<i>Breath (B)</i>	14.800	m
<i>Depth (D)</i>	6.100	m
<i>Draught (T)</i>	4.500	m
Kecepatan (V)	12	<i>Knot</i>

Sumber: 855-G1(R8)(H80071)- General Arrangement (2022)

B. Rencana Garis Air (*Lines Plan*) Kapal



**Gambar 10** Rencana Garis Air Kapal penelitian perikanan  
 Sumber : Data olahan *Maxsurf Modeller*

C. Ukuran Utama Gondola

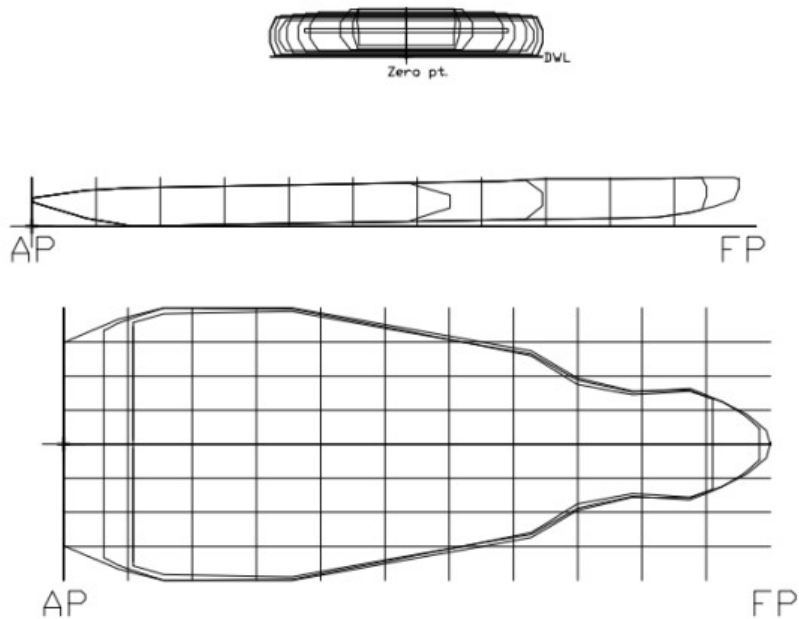
**Tabel 2** Ukuran Gondola

Keterangan	Ukuran	Satuan
Panjang keseluruhan	8.487	m
Lebar keseluruhan	3.264	m
Tinggi gondola	1.158	m
	8.24	m
	72,9	m <sup>2</sup>

ndola (2023)



#### D. Rencana Garis Air Gondola

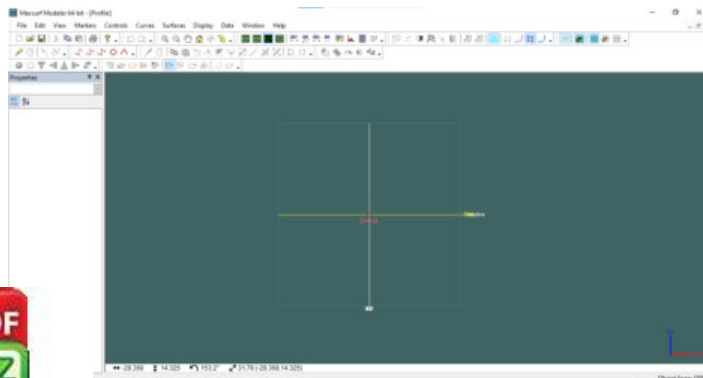


**Gambar 11** Rencana Garis Air Gondola  
Sumber: Data olahan *Maxsurf Modeller*

#### 2.4.2 Pemodelan Kapal Penelitian Perikanan

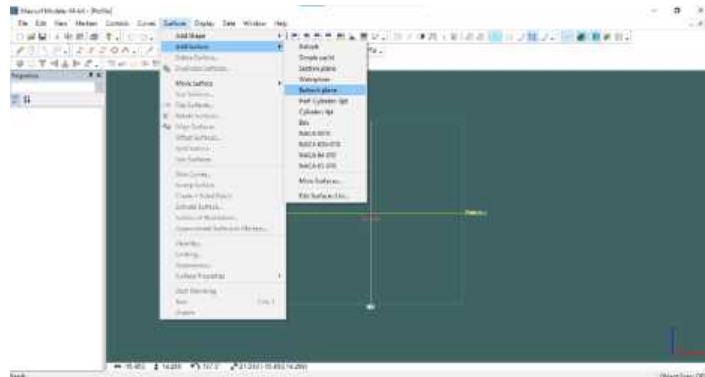
Pada tahapan ini, dilakukan pemodelan 3D kapal penelitian perikanan sesuai dengan lines plan. Adapun Langkah-langkah pembuatan model kapal penelitian perikanan di *software Maxsurf Modeller* yaitu sebagai berikut:

1. Membuka program *Maxsurf Modeller*, lalu pilih *profile* atau tampak samping



profile  
ata

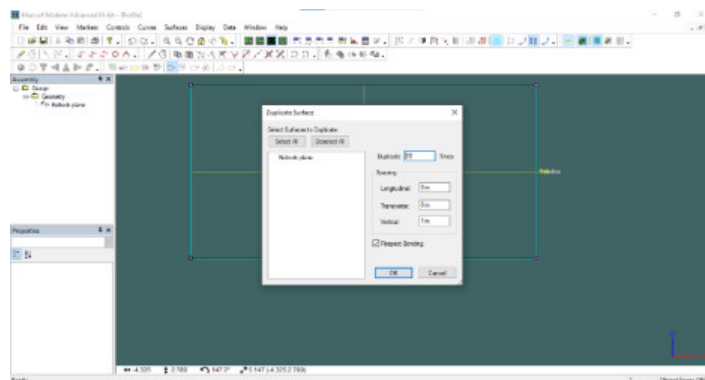
2. Pilih menu *surface* lalu *add surface* dan pilih *buttock plane*. Selanjutnya, masukkan ukuran panjang kapal LOA di tampilan *long pos*.



**Gambar 13** Tampilan *add surface*

Sumber: Hasil olah data

3. Selanjutnya tambahkan *add control point*. Setelah itu, pilih menu *surface* lalu *duplicate surface* sebanyak 10 karena yang di desain adalah kapal penelitian perikanan maka harus diperbanyak *surface*



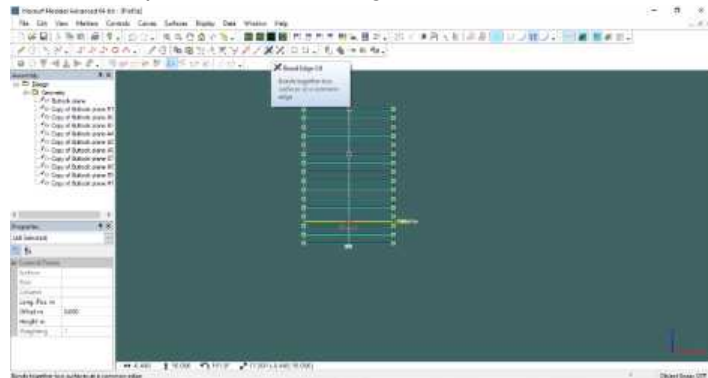
**Gambar 14** Tampilan *duplicate surface*

Sumber: Hasil olah data



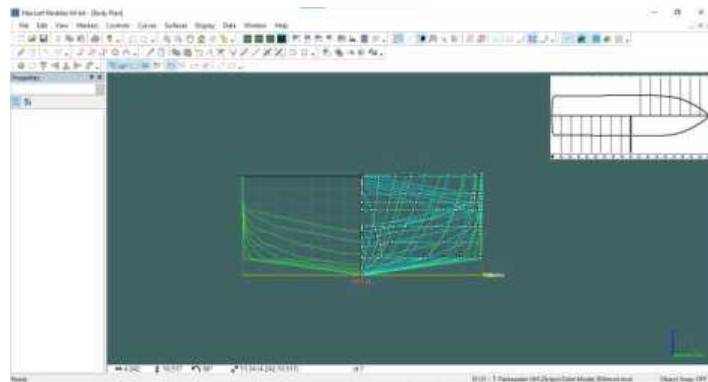
Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

4. Setelah *duplicate surface* kemudian disambungkan masing-masing *surface* dengan memblok *surface* lalu pilih menu *bond edge*



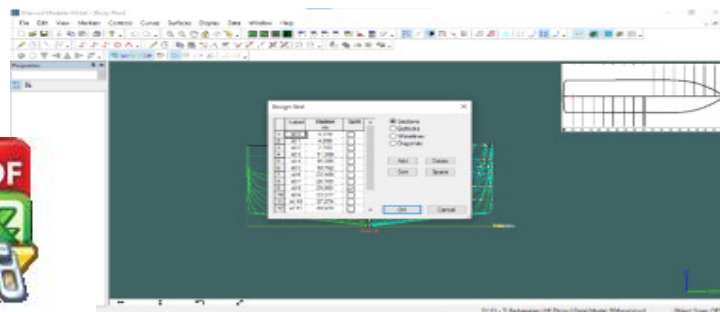
**Gambar 15** Tampilan setelah *bond edge* setiap *surface*  
Sumber: Hasil olah data

5. Selanjutnya masuk ditampak *body plan*, lalu *surface* tersebut kita buka satu persatu. Selanjutnya kita sesuaikan bentuk lambung pada kapal penelitian perikanan.



**Gambar 16** Pembuatan model lambung  
Sumber: Hasil olah data

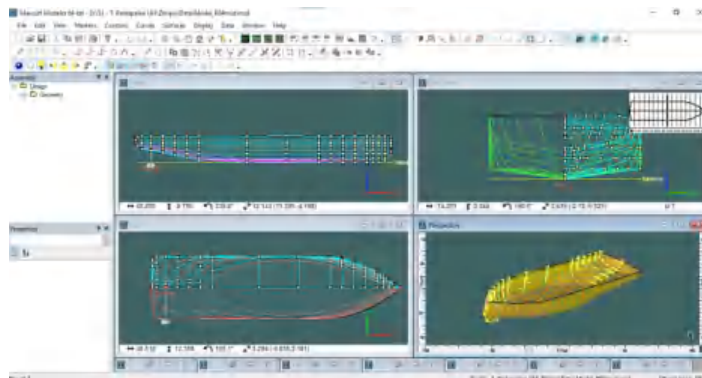
Setelah bentuk lambung atau *body plan*-nya sudah jadi. Pilih menu data lalu *design grid*, tambahkan jumlah *section*, *buttock*, dan *waterline*



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

data *design grid* untuk *section*, *buttock*, *waterline*  
ata

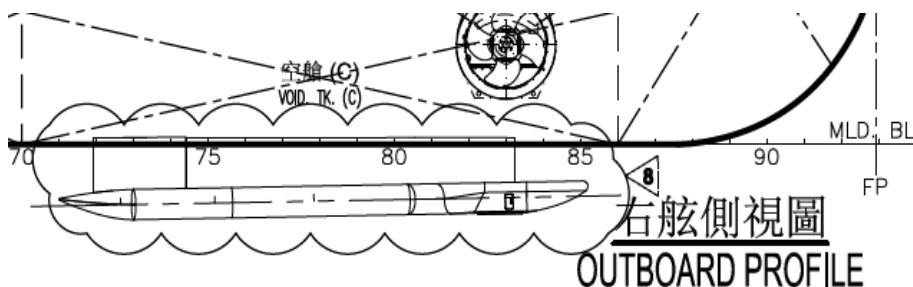
6. Jadilah model 3D kapal penelitian perikanan sesuai dengan *lines plan* kapal tersebut



**Gambar 18** Tampilan model kapal penelitian perikanan  
Sumber: Hasil olah data

### 2.4.3 Pemodelan kapal Penelitian perikanan dengan gondola

Dalam tahapan ini, dilakukan perubahan pada model yang telah dibuat menggunakan program *Maxsurf Modeller*. Dengan menambahkan gondola pada kapal penelitian perikanan. Yang terpasang pada *frame* 71 sampai 85.

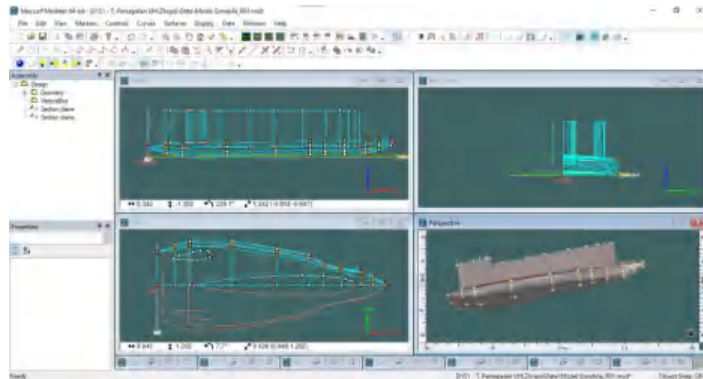


**Gambar 19** Letak Gondola  
Sumber: 855-G1(R8)(H80071)- *General Arrangement* (2022)

Langkah-langkah dalam menambahkan gondola menggunakan *program Maxsurf Modeller* yaitu sebagai berikut:

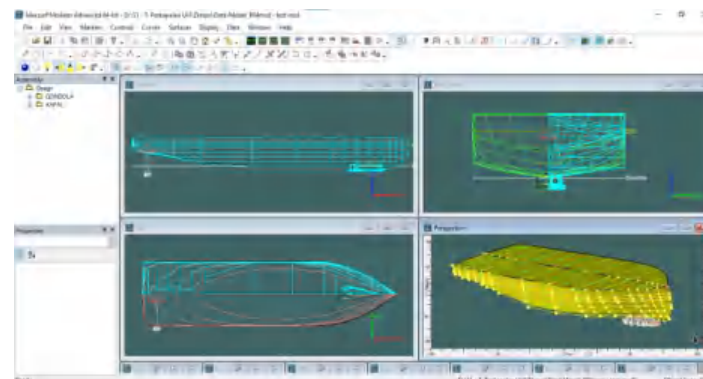
1. Setelah model kapal dibuat dengan menggunakan *maxsurf modeler*, gondola akan dibuat terpisah dengan cara yang sama pada pembuatan lambung kapal.





**Gambar 20** Tampilan model gondola  
Sumber: Hasil olah data

2. Setelah gondola dibuat maka file akan digabungkan menjadi satu.



**Gambar 21** Tampilan model setelah penambahan gondola  
Sumber : Hasil olah data

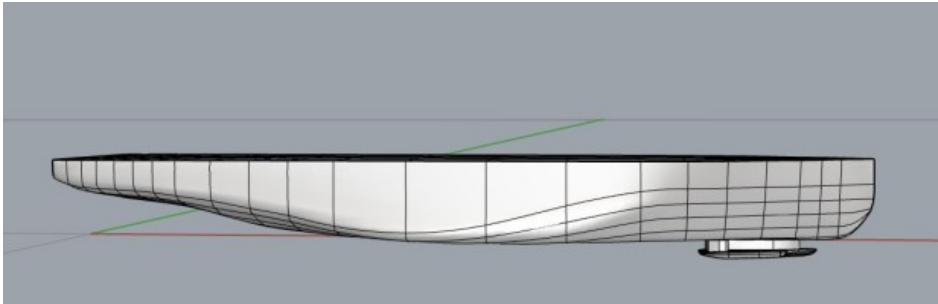
Setelah pemodelan kapal selesai, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perubahan ukuran skala pada model kapal yang telah dibuat menggunakan program *Maxsurf Modeller*. Model yang sudah jadi tersebut diubah ukuran skala model dengan cara pilih menu *surface*, kemudian pilih menu *size surface*, setelah itu ubah ukuran model kapal sesuai dengan ukuran yang telah di skalakan. Kemudian ubah ukuran sarat model kapal ikan sesuai dengan ukuran yang telah di skalakan dengan memilih menu *data*, kemudian pilih *frame of reference*.

#### 2.4.4 Pemodelan Kapal Menggunakan *Rhinoceros 7*



ng diperoleh akan diubah jenis dan modelnya dibuat dalam bentuk unakan *Rhinoceros 7*, tujuannya adalah agar model kapal dapat junakan *Ansys Fluent*. Berikut langkah-langkah untuk membuat solid:

1. Buka Software *Rhinoceros 7* dan *import file* model kapal yang telah dibuat pada *Maxsurf* yang dapat dilihat pada Gambar 22.

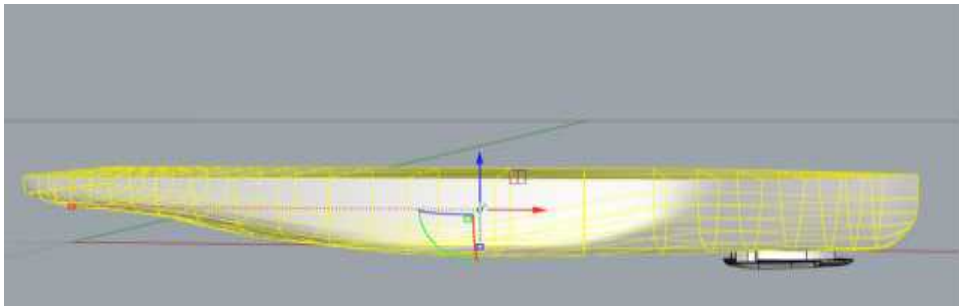


**Gambar 22** Proses export ke Software

Sumber: Hasil olah data

Setelah menggambar semua permukaan kapal, selanjutnya dilakukan penggabungan *surface* dengan perintah *join*. Penggabungan ini dilakukan agar model menjadi solid. Jika muncul tulisan *Closed Polysurface* pada bagian kanan atas maka model dinyatakan solid yang dapat dilihat pada Gambar 23.

Selanjutnya, format desain akan diubah kedalam format *ACIS* (stp.) agar bisa di *export* ke software *Ansys Fluent* untuk dilakukan proses simulasi/running.



**Gambar 23** Visualisasi tahap Result

Sumber: Hasil olah data

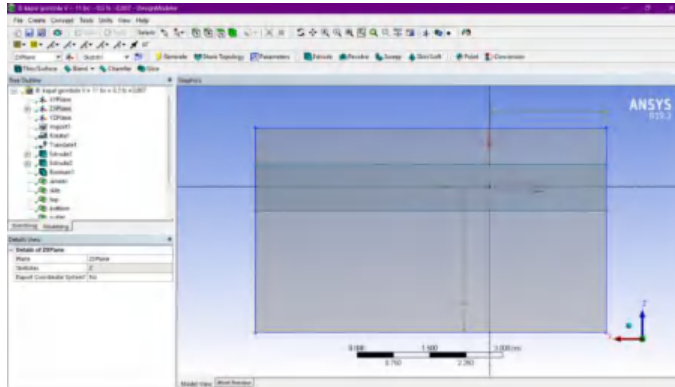
#### 2.4.5 Menghitung Tahanan Model Kapal dengan *Ansys Fluent*

Simulasi numerik yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan Software *Ansys Workbence 2019 R2 -Fluid Flow (Fluent)*. Simulasi ini terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

##### 1. Geometry



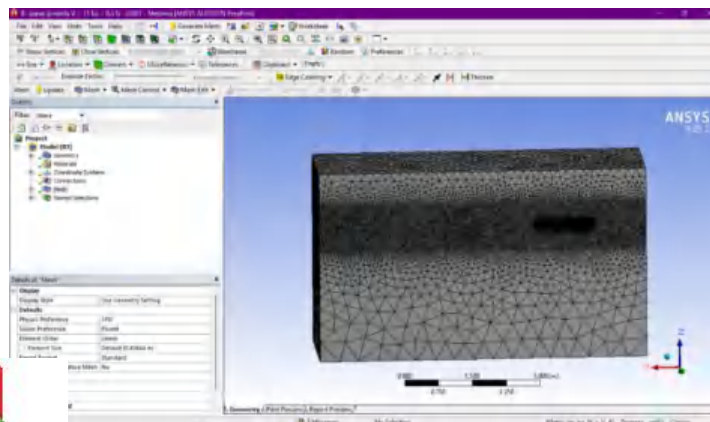
dilakukan import file model kapal yang telah dibuat di Software. Setelah itu dilakukan pemodelan tangki pengujian untuk simulasi aliran. In visualisasi tahap *geometry* yang ditunjukkan pada Gambar 24.



**Gambar 24** Tahapan *geometry*  
 Sumber: Hasil olah data

2. *Mesh*

Tahap *meshing* ini merupakan tahap membagi model menjadi bagian-bagian kecil yang disebut elemen dan setiap ujung elemen disebut *nodes*. Jumlah elemen sangat berpengaruh terhadap hasil simulasi dan ukuran *mesh* mempengaruhi jumlah elemen yang digunakan. Metode *mesh* yang digunakan adalah *Tetrahedrons*. Pada tahap *Mesh* ini juga dilakukan *name selection* tiap-tiap dinding dari tangki. Dinding bagian depan haluans sebagai *inlet*, dinding bagian belakang buritan sebagai *outlet*, dinding atas sebagai *Top-symmetry*, dinding bawah sebagai *Bottom-symmetry*, dinding luar sebagai *side-wall*, dan dinding bagian dalam sebagai sebagai *Symmetry*. Pada tahap ini juga diperlukan penambahan *Body sizing* dan *Face sizing* yaitu ukuran *mesh* sekitar permukaan air dan bagian lambung kapal diperkecil agar mendapatkan hasil yang akurat. Berikut merupakan visualisasi tahap *mesh* yang ditunjukkan pada Gambar 25.



si input material pada kolom  
 ata

akan tahap mendefinisikan proses simulasi. Sebelum melakukan

simulasi maka terlebih dahulu dilakukan persiapan simulasi. Adapun langkah-langkah setup sebagai berikut :

a. *Models*

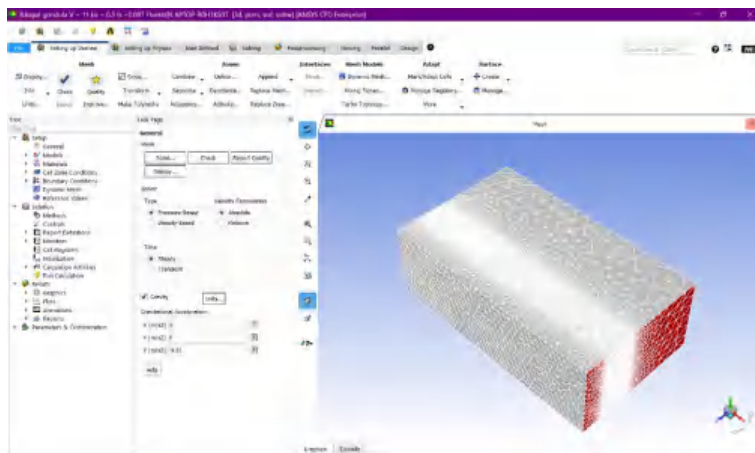
Percobaan ini dilakukan menggunakan 2 jenis fluida yaitu air (*Water*) dan udara (*Air*) maka percobaan ini dilakukan dengan *multiphase model : Volume of Fluid (VOF)*. Agar interaksi antara air dan udara dapat terjadi maka *VOF* dilakukan dengan mengaktifkan *Open Channel Flow*. Jenis aliran *fluida* yang digunakan adalah *turbulence* dengan persamaan standar *k-omega – SST*.

b. *Material*

Pada tahap ini dilakukan penambahan jenis material yang akan digunakan. Simulasi ini dilakukan dengan 2 Fluida yaitu udara (*air*) dan air (*water*) sedangkan material solid yaitu *Aluminum*.

c. *Boundary Condition*

Selanjutnya *Boundary Condition* untuk mendefinisikan bagian dinding *inlet* sebagai *Pressure inlet* dengan kecepatan sesuai dengan kecepatan kapal, dinding *Outlet* sebagai *Pressure Outlet*, sedangkan bagian dinding dalam, *top*, dan *bottom* dianggap *Symmetry*, artinya aliran *fluida* dibiarkan mengalir bebas. Selanjutnya untuk memudahkan proses simulasi maka dilakukan pengaturan *convergence* agar proses simulasi akan berhenti ketika nilai *convergence* telah dicapai. Berikut merupakan tahap *Setup* pada *Fluid Flow (Fluent)* yang ditunjukkan pada Gambar 26.

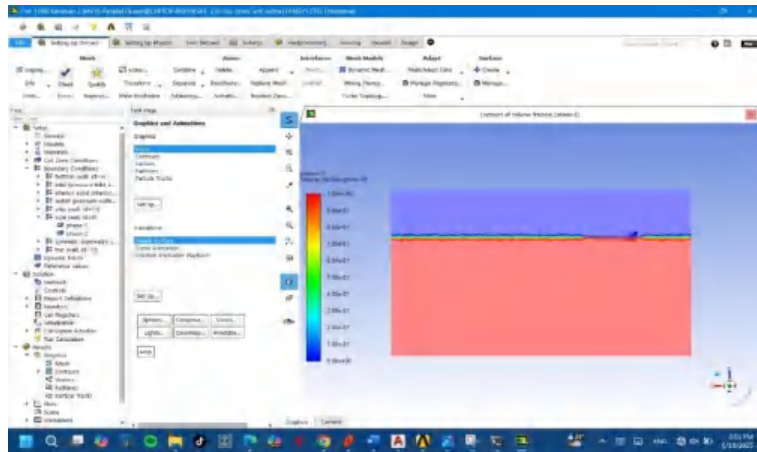


Gambar 26 Visualisasi tahap *Setup* atau



#### 4. Solution

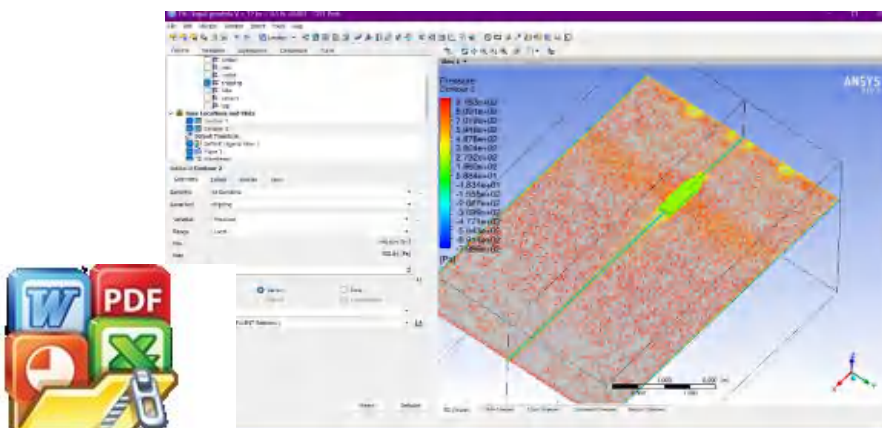
Tahap *Solution* merupakan tahap menjalankan *simulasi numerik*. Sebelum melakukan simulasi maka perlu dilakukan *Report definition* berupa *Drag Force* dan *Drag Coefficient* pada lambung kapal agar simulasi dapat menampilkan hasil perhitungan hambatan kapal. *Solution method* yang digunakan yaitu *Time Steady State*. Berikut merupakan visualisasi tahap yang ditunjukkan pada Gambar 27.



**Gambar 27** Visualisasi tahap *mesh sizing*  
Sumber: Hasil olah data

#### 5. Result

Setelah melakukan proses simulasi, maka hasil simulasi dapat dilihat pada menu *Result*. Pada menu ini dapat ditampilkan berupa Visualisasi interaksi antara fluida air dan udara berupa *volume fraction*, *Pressure*, *Velocity*, *Vector arah fluida*, nilai tahanan kapal (*Drag force*), dan koefisien tahanan kapal. Berikut merupakan Visualisasi tahap *Result* yang ditunjukkan pada Gambar 28.



## 2.5 KERANGKA PIKIR

### ALUR PENELITIAN

